Objet du dossier :
Projet d'implantation
d'un parc éolien
Commune de FREIGNE
(49)

Contact :
Jean-François LEBLANC
ENERGIETEAM
11 Avenue de la Vertonne
44120 VERTOU
Tél. 02.49.09.10.32

PREFECTURE
de Maine-et-Loire
05 AOUT 2013
Bureau des ICPE
et de la protection du patrimoine

energie TEAM

Demande d'Autorisation d'Exploiter

RESUME NON-TECHNIQUE

Etude de dangers

- JUILLET 2013 -

Rubrique des activités soumises à autorisation au titre de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement :
2980

Etude réalisée par :

IMPACT ET ENVIRONNEMENT
2 Rue Amédéo Avogadro
49070 BEAUCOUZE
Tél. 02.41.72.14.16
Fax : 02.41.72.14.18
contact@impact-environnement.fr
http://www.impact-environnement.fr

INTRODUCTION – PRESENTATION DU DOCUMENT

L'objet de ce document est de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans un document majeur du dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter (DAE) de la société **Ferme Eolienne Le Breil,** à savoir : l'étude de dangers.

En effet, la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (loi Grenelle II) a soumis les éoliennes au régime d'autorisation au titre de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Conformément à cette nouvelle réglementation, les exploitants sont notamment amenés à formaliser leur savoir-faire en matière de maîtrise des risques dans une étude de dangers.

Dans ce cadre, un guide technique a été réalisé par un groupe de travail constitué de l'INERIS (Institut national de l'environnement industriel et risques) et de professionnels du Syndicat des énergies renouvelables : porteurs de projets, exploitants de parcs éoliens et constructeurs d'éoliennes. Compte tenu de la technologie mise en œuvre dans les parcs éoliens, il apparaissait effectivement possible et souhaitable de traiter cette analyse de manière générique, afin de pouvoir transcrire les résultats présentés dans ce guide à l'ensemble des parcs éoliens installés en France.

L'INERIS a validé la méthodologie, au regard de la réglementation en vigueur et des pratiques actuelles en matière d'étude de dangers dans les autres installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

Ainsi, l'étude de dangers réalisée pour la **Ferme Eolienne Le Breil** s'appuie sur ce guide technique, reflet de l'état de l'art en matière de maîtrise des risques technologiques, en reprenant la trame type qui y est présentée.

Ce résumé non-technique est donc une synthèse des éléments développés dans cette étude de dangers qui, tout en restant objective, ne peut s'avérer exhaustive. Pour des informations détaillées, notamment en termes de technique/méthodologie, il s'agira de se reporter aux documents sources.

Les autres pièces constitutives du dossier DAE sont présentées indépendamment :

- l'étude de dangers,
- l'étude d'impact et la présentation du demandeur,
- le résumé non-technique de l'étude d'impact,
- la notice d'hygiène et de sécurité,
- les plans réglementaires.

SOMMAIRE

I. GENERALITES 3
I.1. L'énergie éolienne 3
I.1.1. Qu'est ce qu'une éolienne ? 3
I.1.2. Comment ça marche ? 4
I.1.3. Qu'est ce qu'un parc éolien ? 4
I.2. Contexte réglementaire : Etude de Dangers, contenu et objectifs 5
II. PRESENTATION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT 7
II.1. Le projet 7
II.1.1. Localisation du projet 7
II.1.2. Principales caractéristiques des éoliennes 8
II.1.3. Sécurité de l'installation 8
II.1.4. Opérations de maintenance de l'installation 14
II.1.5. Stockage et flux de produits dangereux 16
II.1.6. Raccordement électrique 16
II.2. L'environnement du projet 18
II.2.1. Périmètre d'étude 18
II.2.2. Environnement humain 18
II.2.3. Environnement naturel 19
II.2.4. Environnement materiel 19
III. ANALYSE DES RISQUES 23
III.1. Identification des potentiels de dangers de l'installation 23
III.1.1. Potentiels de dangers liés aux produits 23
III.1.2. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation 23
III.1.3. Réduction des potentiels de dangers à la source 23
III.2. Analyse des retours d'expérience 24
III.2.1. Analyse de l'évolution des accidents en France 24
III.2.2. Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents 24
III.3. Analyse preliminaire des risques 25
III.3.1. Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques 25
III.3.2. Recensement des agressions externes potentielles 25
III.3.3. Effets dominos 26
III.3.4. Mise en place des fonctions de sécurité 27
III.3.5. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques 27
III.4. Etude détaillée des risques 29
III.5. Synthèse de l'acceptabilite des risques 30
IV. CONCLUSION 36
V. Annexes 37
ANNEXE 1 : Fonctions de sécurité 38
ANNEXE 2 : Rappel des définitions 46

I. GENERALITES

I.1. L'ENERGIE EOLIENNE[1]

I.1.1. QU'EST CE QU'UNE EOLIENNE ?

Au sens de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont définis comme un dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants :

Le rotor qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.

Le mât est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.

La nacelle abrite plusieurs éléments fonctionnels :

- *le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;*
- *le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;*
- *le système de freinage mécanique ;*
- *le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;*
- *les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;*
- *le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.*

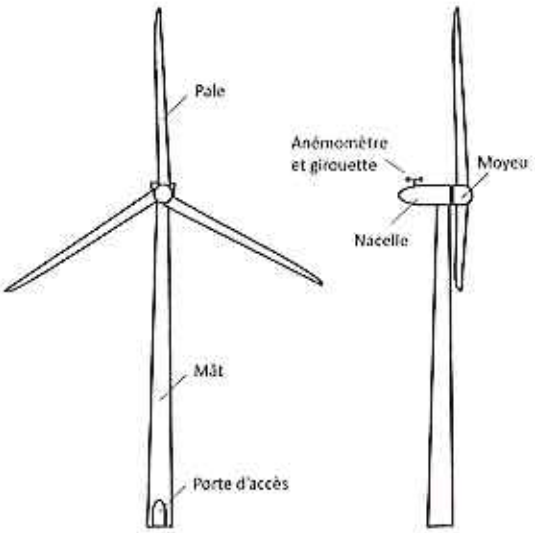


Figure 1 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

[1] Informations issues de la description générique réalisée par l'INERIS

I.1.2. COMMENT ÇA MARCHE ?

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par la girouette qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 15 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit «lent» transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit «rapide» tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite «nominale». Pour un aérogénérateur de 2,5 MW par exemple, la production électrique atteint 2 500 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 100 km/h (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

- le premier par la mise en drapeau des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent ;
- le second par un frein mécanique sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle.

I.1.3. QU'EST CE QU'UN PARC EOLIEN ?

Un parc éolien est une centrale électrique, composée de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes :

Réseau inter-éolien : Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne[2], au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.

Poste de livraison : Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Certains parcs éoliens, par leur taille, peuvent posséder plusieurs postes de livraison, voire se raccorder directement sur un poste source, qui assure la liaison avec le réseau de transport d'électricité (lignes haute tension). La localisation exacte des emplacements des postes de livraison est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée.

[2] Si le transformateur n'est pas intégré au mât de l'éolienne, il est situé à l'extérieur du mât, à proximité immédiate, dans un local fermé.

Réseau électrique externe : Le réseau électrique externe relie le ou les postes de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement ERDF - Électricité Réseau Distribution France) ; il est entièrement enterré.

Chemins d'accès : Pour accéder à chaque aérogénérateur, des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de constructions du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien. L'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins agricoles existants, si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés sur les parcelles agricoles.

Durant la phase de construction et de démantèlement, les engins empruntent ces chemins pour acheminer les éléments constituants les éoliennes et leurs annexes. Durant la phase d'exploitation, les chemins sont utilisés par des véhicules légers (maintenance régulière) ou par des engins permettant d'importantes opérations de maintenance (ex : changement de pale).

Autres Installations : Certains parcs éoliens peuvent aussi être constitués d'aires d'accueil pour informer le public, de parkings d'accès, de parcours pédagogiques, etc.

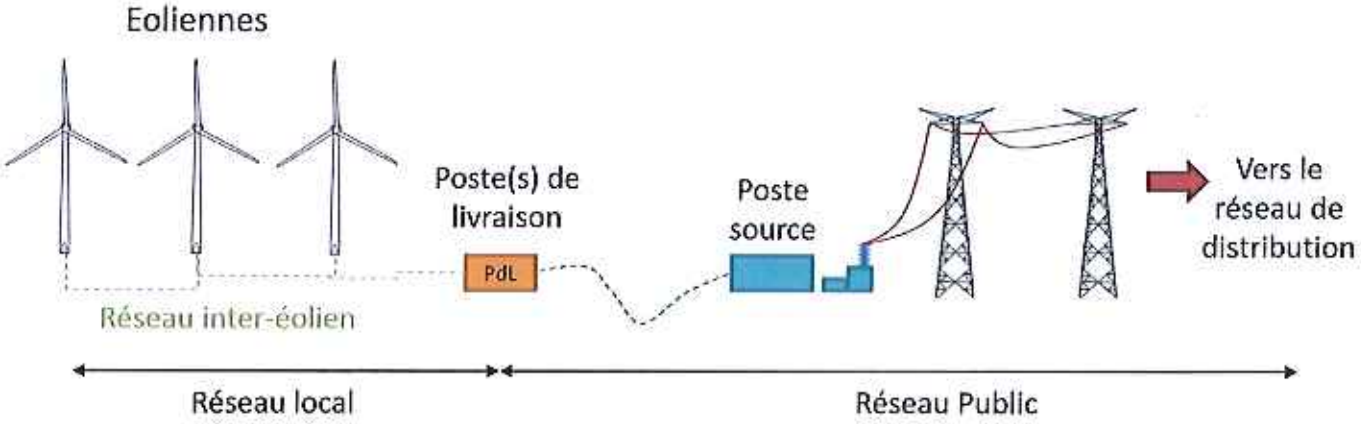


Figure 2 : Schéma de raccordement électrique d'un parc éolien

I.2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE : ETUDE DE DANGERS, CONTENU ET OBJECTIFS

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'Environnement relative aux installations classées. Selon l'article L. 512-1, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accident majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les

problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

Ainsi, l'étude de dangers a pour objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant. Elle comporte une analyse des risques qui présente les différents scénarios d'accidents majeurs susceptibles d'intervenir. Ces scénarios sont caractérisés en fonction de leur probabilité d'occurrence, de leur cinétique, de leur intensité et de la gravité des accidents potentiels. Elle justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par l'article R. 512-9 du Code de l'Environnement :

- description de l'environnement et du voisinage
- description des installations et de leur fonctionnement
- identification et caractérisation des potentiels de danger
- estimation des conséquences de la concrétisation des dangers
- réduction des potentiels de danger
- enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs)
- analyse préliminaire des risques
- étude détaillée de réduction des risques
- quantification et hiérarchisation des différents scénarios en terme de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection
- représentation cartographique
- résumé non technique de l'étude des dangers.

De même, la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 précise le contenu attendu de l'étude de dangers et apporte des éléments d'appréciation des dangers pour les installations classées soumises à autorisation.

II. PRESENTATION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT

II.1. LE PROJET

II.1.1. LOCALISATION DU PROJET

Le projet consiste en une implantation de 5 éoliennes d'une hauteur en bout de pale de 150 m (hauteur de la tour de 102.4 m, moyeu à 104 m, haut de nacelle à 106.4 m et pale/rayon de 46 m). Leur puissance unitaire de 2.35 MW confèrera au parc une puissance totale de 11.75 MW. Les éoliennes projetées seront de type ENERCON E-92.

La **Ferme Eolienne Le Breil,** projetant l'implantation de 5 aérogénérateurs, est située dans le département du Maine-et-Loire en région Pays de la Loire. Il se situe plus précisément sur la commune de FREIGNE, dans la partie Nord-Ouest du département. A noter que cette commune abrite déjà un parc éolien mis en service en 2007 et exploité par ENERGIETEAM EXPLOITATION : le « ***Parc éolien des Moulins du Haut Anjou*** ». Ce dernier est constitué de 4 éoliennes ENERCON E-70 d'une puissance unitaire de 2,3MW, soit une puissance totale installée de 9.2 MW, et d'une hauteur de mât variant de 85 à 98 m afin de combler les différences altimétriques observées sur site.

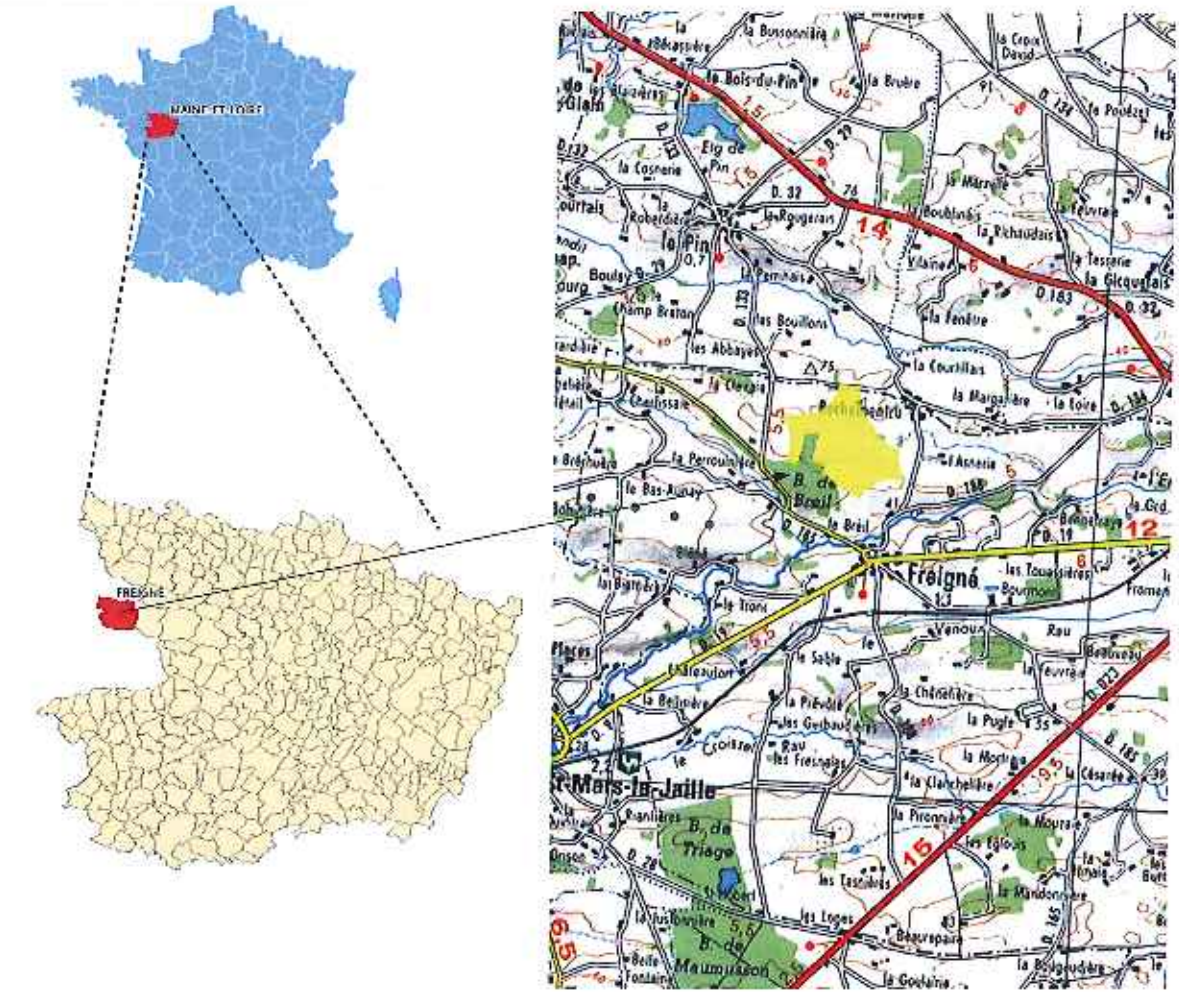


Figure 3 : Localisation du projet éolien

II.1.2. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES

Les éoliennes prévues pour ce parc éolien sont de type ENERCON E-92. Elles sont composées de plusieurs éléments :

Tableau 1 : Description des différents éléments constitutifs d'une éolienne

Elément de l'installation	*Fonction*	*Caractéristiques*
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	*Diamètre total : 17.6 m* *Diamètre de la surface émergeant du sol : 9.5 m* *Hauteur de la surface émergeant du sol : 0.2 m* *Profondeur : 2.95 m* *Volume de béton : 460 m³*
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	*Structure : béton et acier* *Diamètre de la base : 6.8 m* *Hauteur du mât seul : 102.42m* *Hauteur du mât + nacelle : 106.78 m*
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	*Structure : résine époxy & fibres de verre* *Nombre de pales : 3* *Diamètre du rotor : 92 m* *Hauteur de moyeu : 104 m* *Axe et orientation : horizontal face au vent* *Vitesse : de 5 à 16 tours/min*
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	*Nacelle profilée* *Hauteur en haut de nacelle : 106.4 m* *Générateur annulaire fixé au moyeu et tournant à la même vitesse que le rotor (absence de multiplicateur).* *Système d'orientation : palier d'orientation composé de six moteurs et d'une couronne permettant de faire tourner la nacelle et de l'orienter face au vent.* *Freins : de type aérodynamique (mise en « drapeau » des pales) et mécanique* *Tension produite : 690V*
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	*Positionnement : Intégré dans la base du mât* *Tension transformée : Alternatif (50Hz) – 20 000V*
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	*Dimension : L= 7.68 m ; l = 2.68 m ; h = 2.55 m* *Tension : 20 000V*

II.1.3. SECURITE DE L'INSTALLATION

La description détaillée des différents systèmes de sécurité de l'installation est détaillée en annexe (Cf. Annexes). L'installation est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation ainsi qu'aux principales normes et certifications applicables à l'installation.

Cela concerne notamment :

- ***Article 3 : Eloignement des habitations/zones d'habitations et installation nucléaire***

  → Les éoliennes se situeront à plus de 500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010. Par ailleurs, elles seront aussi situées à plus de 300m d'une installation nucléaire de base visée par l'article 28 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire ou d'une installation classée pour l'environnement soumise à l'arrêté du 10 mai 2000 susvisé en raison de la présence de produits toxiques, explosifs, comburants et inflammables.

- ***Article 4 : Protection des radars et aides à la navigation***

  → Les éoliennes seront implantées de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens. Le tableau ci-dessous résume les distances minimales d'éloignement que les éoliennes doivent respectées (sauf en cas d'accord avec l'autorité compétente) :

		Distance minimale d'éloignement (en kilomètre)
Radar météorologique	*Bande de fréquence X*	10
	Bande de fréquence C	20
	Bande de fréquence S	30
Radar de l'aviation civile	*VOR (Visual Omni Range)*	15
	Radar secondaire	16
	Radar primaire	30
Radar des ports (navigation maritime et fluviale)	*Radar de centre régional de surveillance et de sauvetage*	10
	Radar portuaire	20

En Pays de la Loire, la DREAL a établi fin 2011 un document intitulé « Eolien terrestre - Recensement des espaces sous contrainte lies aux radars et aux aéroports ». D'après ce dernier, pour ce projet de parc éolien, l'équipement le plus proche est la VOR située au Louroux-Béconnais. La distance séparant ce dernier de l'éolienne projetée la plus proche (E5) est d'environ 20.5 km, soit plus que la distance réglementaire demandée. En complément, une consultation des organismes concernés (DGAC, Armée de l'Air et METEO-FRANCE) a été menée. Celle- ci a permis de mettre en avant le fait que la zone n'est soumise a aucune contrainte liée aux radars.

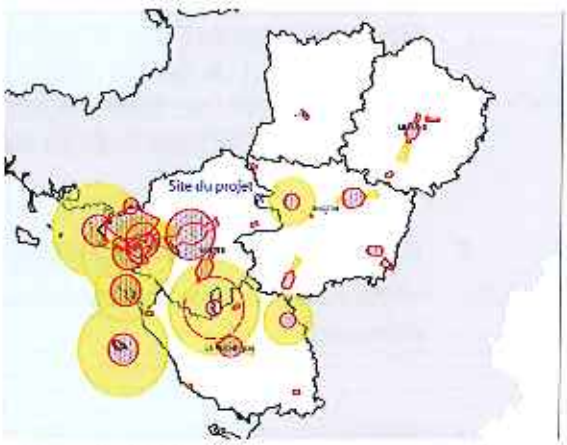


Figure 4 : Espaces contraints par les radars et aéroports en Pays de la Loire (Source : DREAL Pays de la Loire)

- ***Articles 5&6 : Ombres projetées et champs électromagnétiques***

  → Non concerné par l'étude de dangers car non relatif à la sécurité de l'installation (Cf. étude d'impact)

- ***Article 7 : Accès extérieurs***

  → Le parc éolien disposera de voies d'accès carrossables entretenues permettant l'intervention des services d'incendie et de secours.

- ***Article 8 : Normes***

  → Les éoliennes prévues sont conformes à la norme NF EN 61 400-1 (version de juin 2006) ou CEI 61 400-1 (version de 2005) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne. L'installation sera aussi conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation

- ***Article 9 : Foudre***

  → Cf. Fonction de sécurité N°6 « **Prévenir les effets de la foudre** »

- ***Article 10 : Installations électriques***

  → Les installations électriques internes seront conformes aux dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables. Les installations électriques extérieures seront conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version 2001) et NFC 13-200 (version de 2009). Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état et sont contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente.

- ***Article 11 : Balisage***

  → Le balisage de l'installation est conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile. Il respecte ainsi les dispositions exposées au sein de l'arrêté du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques. D'autre part, les défauts de balisage sont remontés par le SCADA (warning 190:1 & défaut 190:2) sous forme de « Warning SCADA ». Le statut 190:2 est envoyé par SMS aux clients ayant souscrit à l'option SMS Messaging, et / ou par courrier électronique avec l'option Email Messaging.

- ***Article 12 : Suivi Avifaune/Chiroptères***

  → Non concerné par l'étude de dangers car non relatif à la sécurité de l'installation (Cf. étude d'impact)

- ***Article 13 : Accès interne aux installations***

  → Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison sont bien fermés à clef. De plus il est précisé dans les

protocoles de maintenance de refermer les installations au moment de partir. Il est possible d'installer en option une détection d'ouverture de porte soit par contacteur, soit par capteur de présence. L'information est relayée via le système SCADA.

- ***Article 14 : Affichage sécurité***

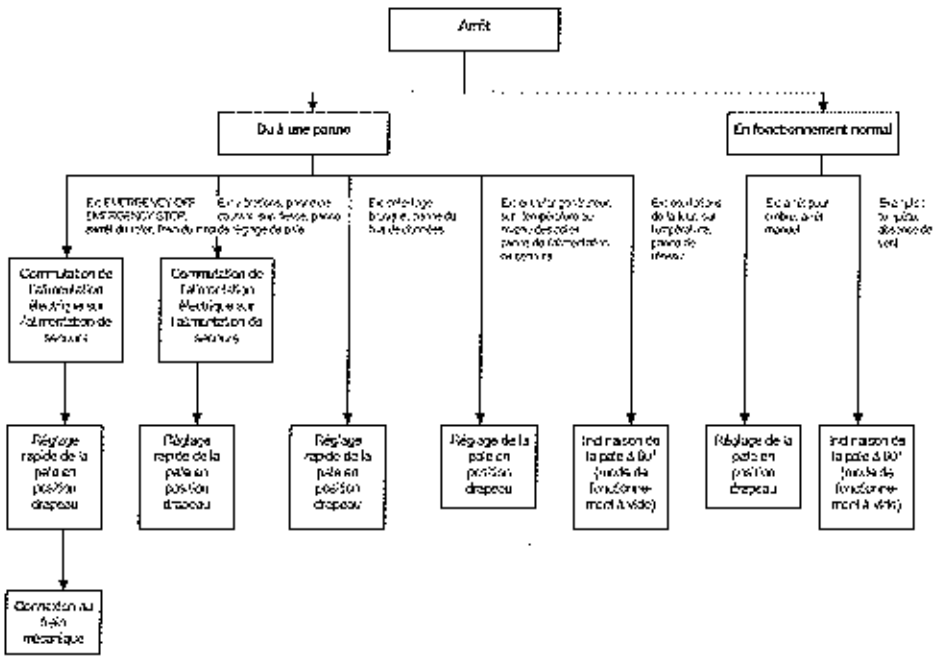
  → Des pictogrammes concernant l'interdiction de pénétrer dans les aérogénérateurs et le risque électrique sont installés sur la porte d'entrée des aérogénérateurs et du poste de livraison.

  Le propriétaire du parc veillera aussi à procéder à un affichage visible des prescriptions à observer par les tiers aux abords du parc. Ce dernier comprendra notamment les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale et la mise en garde face au risque de chute de glace (Cf. Fonction de sécurité N°2 « **Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace** »).

- ***Article 15 : Procédure d'arrêt et survitesse***

  → Les éoliennes E-92 disposent d'un système de détection de fumée et de survitesse, d'un capteur de vibration et d'oscillation, détection de glace/givre. En cas d'activation de l'un de ces capteurs, la machine se met à l'arrêt automatiquement.

  Les éoliennes E-92 disposent aussi de différents systèmes d'arrêt se déclenchant automatiquement ou manuellement en cas de panne ou de conditions défavorables. Ces derniers sont résumés ci-dessous :


Arrêt
Du à une panne
En fonctionnement normal
Commutation de l'alimentation électrique sur l'alimentation de secours
Commutation de l'alimentation électrique sur l'alimentation de secours
Réglage rapide de la pale en position drapeau
Réglage rapide de la pale en position drapeau
Réglage rapide de la pale en position drapeau
Réglage de la pale en position drapeau
Inclinaison de la pale à 90° (mode de fonctionnement à vide)
Réglage de la pale en position drapeau
Inclinaison de la pale à 90° (mode de fonctionnement à vide)
Connexion au frein mécanique

En cas d'urgence (ex : coupure réseau), chaque pale du rotor est mise en sécurité en position de drapeau par son propre système de réglage de pale d'urgence alimenté par batterie. L'état de charge et la disponibilité des batteries sont garantis par un chargeur automatique. L'orientation des pales est synchronisée par un dispositif électromécanique, par l'intermédiaire des unités d'urgence de réglage de pale.

L'alimentation parallèle garantie en cas d'urgence (réseau ou batteries), associée aux trois entrainements de pales entièrement indépendants, résulte en un concept de sûreté intégré

qui fait plus que remplir les exigences imposant deux systèmes indépendants de freinage (« à sûreté intégrée »).

Par ailleurs, avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur, l'exploitant réalisera des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements. Ces essais comprennent : un arrêt ; un arrêt d'urgence ; un arrêt depuis un régime de survitesse.

Après la mise en service, l'exploitant réalisera annuellement une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis notamment un régime de survitesse. Pour ce dernier cas de figure, l' « overspeed test » est réalisé s'il y a assez de vent. Si le vent n'est pas suffisant, alors une vérification de la liberté de mouvement du capteur est réalisée, suivie d'une inscription dans le WEC journal de la non-réalisation de ce test afin qu'il soit fait plus tard lorsque les conditions de vent le permettent. Si le test s'avère non-conforme, un réglage du capteur overspeed est effectué.

- ***Article 16 : Entretien – stockage de matériaux combustibles/inflammables***

  → Durant leur formation, les techniciens reçoivent la consigne de maintenir propre les aérogénérateurs et de ne pas y entreposer de matériaux, combustible et inflammable ou non. Leur support de formation basique électrique/mécanique le stipule explicitement. Des rappels réguliers sont effectués lors des rappels sécurité qu'ils suivent tous les 6 mois.

- ***Article 17 : Formation du personnel***

  → Cf. Fonction de sécurité N°10 « **Prévenir les erreurs de maintenance** »

- ***Article 18 : Contrôle de l'aérogénérateur***

  → Cf. Fonction de sécurité N°9 « **Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) ».** Contrôle annuel des systèmes instrumentés de sécurité lors de la maintenance électrique : rotor lock sensors, Torque monitoring system, capteur d'accélération transversale & longitudinale, détecteur de bruit dans la nacelle, positions limite des pales, air gap (génératrice), détecteur de bruit dans le spinner, détecteurs de fumée...

- ***Article 19 : Suivi maintenance/entretien***

  → Les manuels machine en Français sont installés dans les aérogénérateurs. La nature et la fréquence des maintenances y sont précisées dans le paragraphe correspondant. Le livre de bord (log book) de la machine est rempli par les techniciens à chaque intervention, préventive ou curative, avec le détail des opérations réalisées. Il est également demandé aux éventuels sous-traitants de le remplir.

- ***Articles 20&21 : Déchets***

  → Non concerné par l'étude de dangers car non relatif à la sécurité de l'installation (Cf. étude d'impact)

- ***Article 22 : Consignes de sécurité du personnel***

→ Le personnel en charge de l'exploitation et la maintenance du parc éolien reçoit une formation spécifique relative à la sécurité (Cf. Fonction de sécurité N°10 « **Prévenir les erreurs de maintenance** »). Concernant les procédures d'alerte, un panneau reprenant les numéros de téléphone d'urgence est affiché au pied de l'aérogénérateur. Le détail des procédures indiquant les mesures à mettre en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité est fourni au personnel habilité (CEX : Chargé d'exploitation/EnergieTeam Exploitation tél : 06 24 73 48 60, Mainteneurs : ENERCON SERVICE France SAS tél : 03 44 37 35 13/ 06 82 89 93 26).

Evénements exceptionnels	Actions correctives	Intervenants
Incendie	Protéger et évacuer	CEX ou Mainteneurs
	Séparer le parc du réseau (au POL, avec la commande à distance ou via la CR)	CEX ou Mainteneurs
	Prévenir	Mainteneurs
	Alerter les secours	CEX
	Etablir un périmètre de protection	CEX ou Mainteneurs
	Se déplacer sur site pour constat	CEX et Mainteneurs
Accident de personne	Protéger	CEX ou Mainteneurs
	Alerter les secours	CEX ou Mainteneurs
	Arrêter l'éolienne et seulement si nécessaire faire séparer le parc du réseau à distance ou via la CR	CEX ou Mainteneurs
	Prévenir le CEX et Enercon	Tous
Survitesse ou vibrations importantes	Protéger et évacuer	CEX et Mainteneurs
	Prévenir le centre de surveillance du mainteneur et demander l'arrêt machine	CEX et Mainteneurs
	Etablir un périmètre de protection	CEX et Mainteneurs
	Prévenir le CEX	Mainteneurs
Défaut de balisage	Informer le CEX	Mainteneurs
	Transmettre le défaut par fax à la DGAC	CEX
	Réparer ou remplacer	Mainteneurs
Perte de la ligne de raccordement au poste source	Informer la maintenance des informations disponibles	CEX
	Coordonner avec le GRD	CEX
	Appliquer les procédures de re-enclenchement	CEX
Perte alimentation d'un aérogénérateur (réseau HTA ou défaillance du transformateur)	Mettre en relation les entités	CEX Mainteneurs
	Prévoir une sauvegarde de fin cont par le mainteneur en cas d'intervention longue	
Perte de l'on informatique avec le SCADA	Contrôler les liaisons sur le réseau de télécommunication	CEX Mainteneurs France Télécom
	Contrôler l'ADSL	Fournisseur d'accès
Evènement climatique ou évènement grave	Couper à distance	CEX Mainteneurs Astreinte si besoin
	Se déplacer sur site pour constat	CEX ou Mainteneurs
	Coordonner avec les pompiers, gendarmerie si besoin	CEX
Chute de pièces ou de glaçons	Evacuer	CEX ou Mainteneurs
	Prévenir le centre de surveillance du mainteneur et demander l'arrêt machine	CEX et Mainteneurs
	Etablir un périmètre de protection	CEX ou Mainteneurs
	Prévenir le CEX	Mainteneurs

- ***Article 23 : Détection incendie/survitesse***

  → Cf. Fonctions de sécurité N°4 « **Prévenir la survitesse** » et N°7 « **Protection et intervention incendie** »

- ***Article 24 : Lutte incendie***

  → Cf. Fonction de sécurité N°7 « **Protection et intervention incendie** »

Figure 5 : Message d'alerte de détection d'incendie et modèle d'extincteur disponible dans les éoliennes

- ***Article 25 : Détection glace***

  → Cf. Fonction de sécurité N°1 « **Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace** »

- ***Article 26, 27 & 28 : Bruit***

  → *Non concerné par l'étude de dangers car non relatif à la sécurité de l'installation (Cf. étude d'impact)*

II.1.4. OPERATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Les opérations de maintenance de l'installation seront conformes aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation. Elles seront réalisées par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques présentés par l'installation, ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter. Celui-ci connaîtra de plus les procédures à suivre en cas d'urgence et procèdera à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours.

Il s'agira notamment d'effectuer :

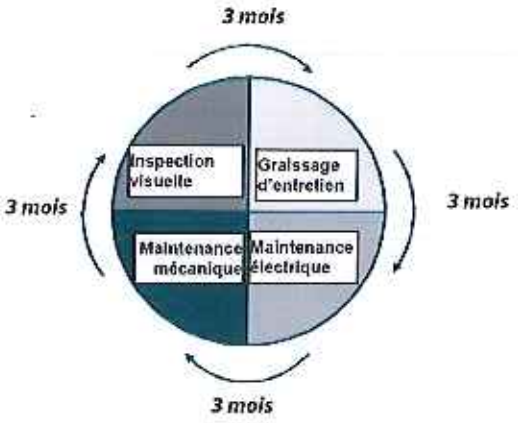
- un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.
- un entretien visant à maintenir en bon état et propres les installations électriques ainsi que l'intérieur de l'aérogénérateur. Ces installations seront contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations

électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 susvisé.
- une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur suivant une périodicité qui ne peut excéder un an.
- un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât trois mois, puis un an après la mise en service industrielle. Ce contrôle se fera ensuite suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans.
- un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité selon une périodicité qui ne peut excéder un an.
Par ailleurs l'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation. L'exploitant tient à jour pour chaque installation un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.

Les éoliennes ENERCON feront ainsi l'objet de plusieurs types de maintenance :

- ***Maintenance préventives***

Les maintenances préventives, garantes du bon fonctionnement des machines à long terme, se décomposent en 4 phases et sont effectuées à tour de rôle chaque trimestre qui suit la mise en service.



× Maintenance visuelle : Contrôle visuel de tous les organes principaux, structurels (mât ; échelles ; ascenseurs etc...), électriques (câbles ; connexions apparentes etc...) et mécaniques.

× Maintenance visuelle / graissage : Vérification et mise à niveau de tous les organes de graissage (cartouches ; pompes à graisse ; graisseurs).

× Maintenance visuelle/électrique : Contrôle de tous les organes de production et de régulation (Génératrice ; armoires de puissance ; collecteur tournant) ainsi que de tout élément électrique (éclairage ; capteurs de sécurité).

× Maintenance visuelle/mécanique : Contrôle des boulons de tour, vérification des couples de serrage selon protocole défini, maintien des câbles et accessoires, moteurs d'orientation, poulies et treuils.

- ***Maintenance curatives***

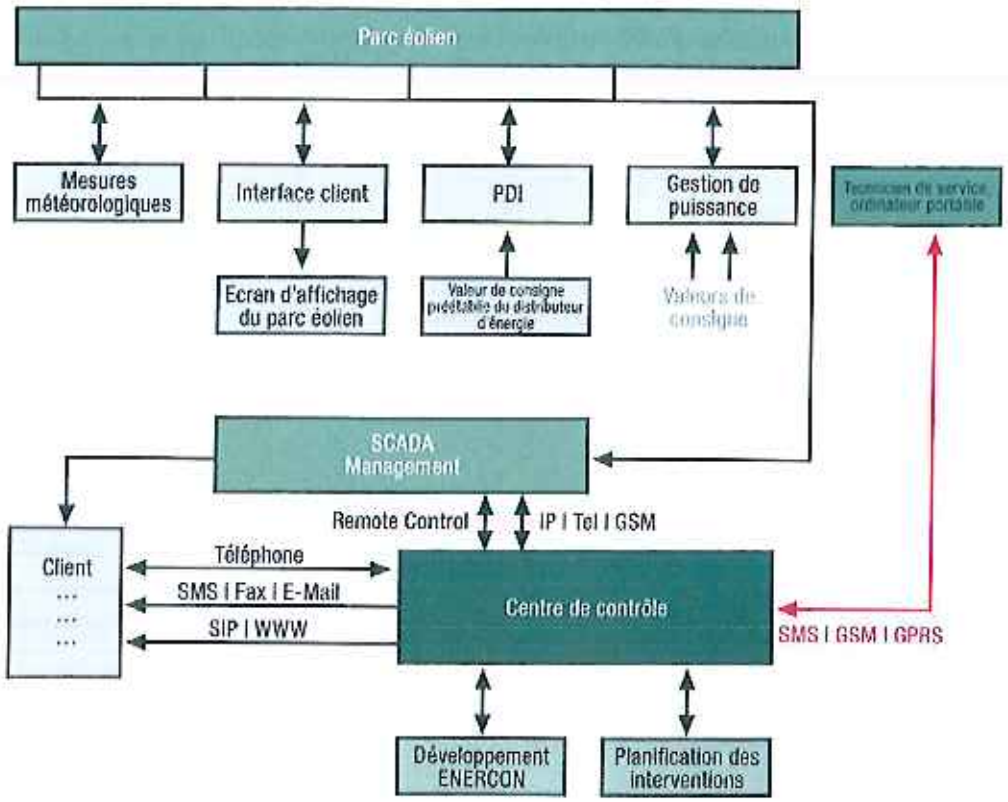
Chaque éolienne ENERCON est reliée via une connexion par modem au système central de surveillance à distance.

Si une machine signale un problème ou un défaut, le centre du service après-vente ainsi que l'antenne locale de service sont immédiatement avertis par l'intermédiaire du système de surveillance à distance, SCADA.

Le message est automatiquement saisi par le logiciel de planification des interventions ENERCON et apparaît sur l'écran du technicien de service sédentaire.

Moyennant un dispositif de localisation spécialement développé, le système de planification des interventions détecte l'équipe de service qui se trouve le plus près de l'éolienne en question.

A l'aide de *pentops* (ordinateurs portables très robustes qui sont connectés au centre de service après-vente), les équipes sur le terrain peuvent accéder à tous les documents et données spécifiques à l'éolienne. Chaque opération de maintenance est ainsi réalisée le plus efficacement et le plus rapidement possible.



II.1.5. STOCKAGE ET FLUX DE PRODUITS DANGEREUX

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun produit dangereux ne sera stocké dans les éoliennes de la **Ferme Eolienne Le Breil.**

Par ailleurs, durant leur formation, les techniciens reçoivent la consigne de maintenir propre les aérogénérateurs et de ne pas y entreposer de matériaux, combustible et inflammable ou non. Leur support de formation basique électrique/mécanique le stipule explicitement. Des rappels réguliers sont effectués lors des rappels de sécurité qu'ils suivent tous les 6 mois.

II.1.6. RACCORDEMENT ELECTRIQUE

❖ **Réseau inter-éolien**

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne[3], au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles

[3] Si le transformateur n'est pas intégré au mât de l'éolienne, il est situé à l'extérieur du mât, à proximité immédiate, dans un local fermé.

constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.

Pour le projet de la **Ferme Eolienne Le Breil**, le tracé des câbles empruntera, depuis les transformateurs intégrés à la base du mât des éoliennes, les bas-côtés des chemins d'accès qui auront été créés ou les limites des parcelles exploitées dès que possible. A noter que sa présence au sein des parcelles cultivées ne présente pas de contrainte particulière compte tenu de sa profondeur.

Les installations électriques extérieures respecteront les normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009).

❖ **Poste de livraison**

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Certains parcs éoliens, par leur taille, peuvent posséder plusieurs postes de livraison qui assurent la liaison avec le réseau de transport d'électricité (lignes haute tension).

Sa localisation exacte est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée.

Dans le cas de la **Ferme Eolienne Le Breil**, le poste de livraison sera installé dans une parcelle en bordure de la route communale longeant le site par l'Est.

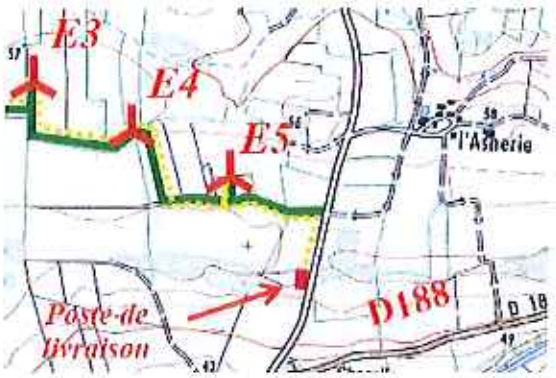


Figure 6 : Localisation du poste de livraison

❖ **Réseau électrique externe**

Le réseau électrique externe relie le ou les postes de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement ERDF - Électricité Réseau Distribution France). Il est lui aussi entièrement enterré.

Il est à noter que des mesures de sécurité seront prises pour la traversée de ces différentes voies. Ces travaux seront réalisés par EDF, qui définira précisément l'itinéraire et les modalités de passage des câbles lors de l'établissement de la "convention de raccordement" réalisée après l'obtention du permis de construire. Néanmoins, on peut raisonnablement envisager les caractéristiques énoncées ci-dessous :

- une largeur de 40 cm,
- une profondeur totale de tranchée de 1,10 m,
- une épaisseur de sable à amener de 20 cm.

Le passage de câble fera l'objet des procédures de sécurité en vigueur. Pour la traversée des départementales et des voies communales, des mesures de sécurité seront prises afin de garantir la sécurité des ouvriers et celle des automobilistes. Une circulation alternée sera mise en place pour la traversée des routes.

Par ailleurs, la **Ferme Eolienne Le Breil** ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.

II.2. L'ENVIRONNEMENT DU PROJET

II.2.1. PERIMETRE D'ETUDE

Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection.

La zone d'étude n'intègre pas les environs du poste de livraison. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

II.2.2. ENVIRONNEMENT HUMAIN

- **Zones urbanisées :** Situé au Nord du bourg communal de FREIGNE, le projet de parc s'inscrit dans une zone peu urbanisée, où l'on retrouve des habitations isolées ou parfois regroupées dans de petits hameaux comme celui de Rochementru au Nord-Est. Les populations concernées sont dans tout les cas limitées. Au niveau de la commune de FREIGNE, ces logements, souvent associés aux sièges d'exploitation agricoles, sont inclus dans une zone destinée à l'agriculture et désignée sous le nom de « A » au Plan Local d'Urbanisme (PLU). Sur la commune limitrophe de LE PIN, ces logements sont intégrés dans des zones spécifiques dédiées à l'habitat de type « Nh » (Naturel habitat). Les habitations et zones d'habitations les plus proches ont été repérées sur des distances allant d'environ 600m à 1300m. A noter que ces habitations et zones d'habitations sont toutes localisées hors du périmètre de l'étude de dangers.

- **Etablissement recevant du public :** Aucun établissement recevant du public n'est recensé au sein du périmètre d'étude de 500m. Les établissements les plus proches semblent être les commerces situés dans le bourg de FREIGNE, à une distance de plus d'un kilomètre de l'éolienne la plus proche (E5).

- **Installations classées pour la protection de l'environnement :** Aucune ICPE classée SEVESO n'est présente dans les limites de l'aire d'étude, ni sur la communes de FREIGNE ou ses communes voisines. Le site le plus proche est celui de TITANOBEL situé à environ 15km à l'Ouest de la zone du projet, sur la commune de RIAILLE.

  Autres activités : Le contexte rural du secteur induit la présence de plusieurs exploitations agricoles à proximité du périmètre d'étude. Celles-ci sont souvent associées au bâti résidentiel. Par ailleurs, des activités artisanales peuvent aussi être présentes au sein des différents hameaux bordant la zone d'étude. Au niveau des activités touristiques, on retrouve sur le pourtour du site un sentier inscrit au Plan Départemental des Itinéraires de

Promenade et de Randonnée (PDIPR) de la Loire-Atlantique. Ce sentier n'est pas inclus dans le périmètre de 500m défini autour de chaque éolienne. Sur les bords de l'Erdre plus au Sud, à environ 850m de l'éolienne la plus proche (E5), on observe aussi une zone communale de loisirs incluant un étang.

II.2.3. ENVIRONNEMENT NATUREL

- **Contexte climatique :** Le site d'implantation est localisé dans une zone exposée à un climat de type océanique dégradé. Ce climat tempéré est parfaitement compatible avec la mise en place des aérogénérateurs.

- **Risques naturels :** D'après le Dossier départemental des Risques Majeurs (DDRM), la commune du projet ne fait pas partie des communes du département particulièrement concernées par le risque de mouvement de terrain ou d'inondations. Une étude géotechnique sera toutefois réalisée en amont des travaux pour vérifier l'absence de risque. La commune est en revanche identifiée vis-à-vis du risque de feu de forêt. A noter que des mesures spécifiques aux risques d'incendie sont prévues pour les éoliennes. Par ailleurs, la zone, comme l'ensemble du département, reste soumise au risque de tempête mais les vitesses maximales enregistrées lors de ces épisodes ponctuels restent bien en deçà des capacités de résistances des éoliennes (> 200 km/h). Le secteur est aussi classé en zone de sismicité faible.

II.2.4. ENVIRONNEMENT MATERIEL

- **Voies de communication :** Au sein de l'aire d'étude de dangers, on comptabilise seulement une route communale permettant de relier le hameau de Rochementru au bourg de FREIGNE. Cette route reste un axe de moindre envergure, supportant une circulation locale bien inférieure au seuil de 2000 véhicules/jour. Elle est donc considérée comme non-structurante au sens des seuils définis par l'INERIS (2000 véh./jour). La route se situe à une distance d'environ 300 m de l'éolienne la plus proche (E5). Un peu plus à l'Ouest, se trouve la route départementale RD185 qui permet de relier FREIGNE à LE PIN (44). Celle-ci se trouve en dehors de l'emprise de l'aire d'étude de dangers puisque la distance la séparant de l'éolienne la plus proche est de plus de 550m.

  Le reste de la voirie est constitué de chemins d'exploitation privés desservant les parcelles exploitées par les agriculteurs locaux.

- **Réseaux publics et privés :** Dans un périmètre de 500m autour de chaque éolienne, on ne recense aucune canalisation de transport de gaz, hydrocarbures ou produits chimiques, ni aucune infrastructure d'assainissement (stations d'épurations...) ou de production d'eau potable (captage, périmètre de protection de captage). Une ligne électrique HTA gérée par ERDF est présente au Sud-Est de l'éolienne E5, à environ 300m.

- **Autres ouvrages publics :** Il n'a pas été observé d'autres ouvrages publics majeurs tels que les barrages, digues, châteaux d'eau, bassins de rétention, etc. au sein de la zone d'étude.

La carte présentée sur la page qui suit permet de resituer les différents enjeux liés à l'environnement du projet de la **Ferme Eolienne Le Breil,** à savoir la localisation des biens, infrastructures et autres établissements au sein de la zone d'étude de 500 m définie dans le guide générique de l'INERIS.